



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0055351
(43) 공개일자 2012년05월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

C10M 171/00 (2006.01) C10M 169/04

(2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0117047

(22) 출원일자 2010년11월23일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

인하대학교 산학협력단

인천광역시 남구 인화로 100, 인하대학교 (용현동)

(72) 발명자

박대상

경기도 수원시 영통구 영통로173번길 37, 쌍용아파트 105동 902호 (망포동)

최형진

서울특별시 양천구 목동서로 400, 신시가지 아파트 1024동 501호 (신정동)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신지

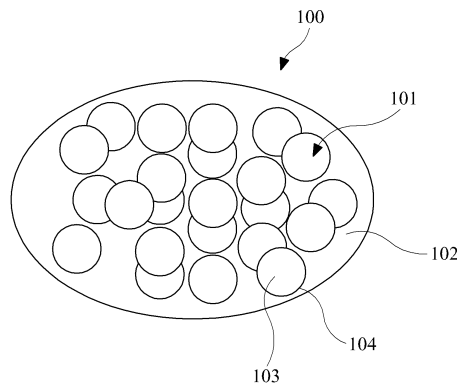
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 뉴토니안 유체 특성을 갖는 전기유변유체

(57) 요약

본 발명의 일 양상에 따른 전기유변유체는 분극성 입자와 분산매를 포함한다. 분극성 입자는 실리카 입자에 기초하여 형성될 수 있다. 분산매는 실리콘 오일을 포함할 수 있다. 실리콘 오일은 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 포함하는 변성 실리콘 오일이 될 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

유영단

인천광역시 남구 인하로 100, 인하대학교 2북 57
6호 (용현동)

이보미

서울특별시 영등포구 대림3동 608-1 현대3차아파
트 301동 1206호

특허청구의 범위

청구항 1

실리카 입자에 기초하여 형성된 분극성 입자; 및

상기 분극성 입자가 분산되고, 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 포함하는 분산매; 를 포함하는 전기유변유체.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 분산매는

수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나가 유기 그룹과 함께 또는 유기 그룹 없이 순수한 실리콘 오일 분자의 말단 또는 측단에 결합되어 형성되는 실리콘 오일을 포함하는 전기유변유체.

청구항 3

제 2 항에 있어서, 상기 수산기(hydroxyl group, -OH group)는

상기 유기 그룹과 함께 카비놀 기능기 그룹(carbinol functional group)을 형성하는 전기유변유체.

청구항 4

제 2 항에 있어서, 상기 수산기(hydroxyl group, -OH group)는

상기 유기 그룹 없이 실라놀 기능기 그룹(silanol functional group)을 형성하는 전기유변유체.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 분극성 입자는

상기 실리카 입자 및 상기 실리카 입자에 물리적 또는 화학적으로 결합되는 분극성 유기물질을 포함하는 전기유변유체.

청구항 6

제 5 항에 있어서, 상기 분극성 유기물질은

우레아(Urea), 싸이오우레아(Thiourea), 멜라민(Melamine), 아크릴아미드(Acrylamide) 및 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함하는 전기유변유체.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 분극성 입자의 굴절률과 상기 분산매의 굴절률의 차이가 0.06 이하인 것을 특징으로 하는 전기유변유체.

청구항 8

실리카 입자에 기초하여 형성된 분극성 입자를 형성하는 단계;

수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 갖는 분산매를 형성하는 단계; 및

상기 분극성 입자를 상기 분산매에 분산시키는 단계; 를 포함하는 전기유변유체의 제조방법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 분극성 입자를 형성하는 단계는

증류수에 실리카 입자를 넣고 교반하여 제 1 현탁액을 만드는 단계;

상기 제 1 현탁액에 분극성 유기물질을 넣고 교반하여 제 2 현탁액을 만드는 단계;

상기 제 2 현탁액에서 상기 증류수를 분리하는 단계; 및

상기 증류수가 분리된 제 2 현탁액을 건조하여 상기 분극성 입자를 얻는 단계; 를 포함하는 전기유변유체의 제조방법.

청구항 10

제 9 항에 있어서, 상기 분극성 유기물질은

우레아(Urea), 싸이오우레아(Thiourea), 멜라민(Melamine), 아크릴아미드(Acrylamide) 및 이들의 조합 중 적어도 하나를 포함하는 전기유변유체의 제조방법.

청구항 11

제 8 항에 있어서, 상기 분극성 입자를 실리콘 오일에 분산시키는 단계는

서로 다른 굴절률을 갖는 분산매를 다수 개 형성하는 단계; 및

상기 분극성 입자의 굴절률에 기초하여 상기 분산매들 중에서 상기 분극성 입자와의 굴절률 차이가 0.06 이하인 분산매를 선택하는 단계; 를 포함하는 전기유변유체의 제조방법.

청구항 12

제 1 전극;

상기 제 1 전극에 대항하는 제 2 전극; 및

상기 제 1 전극과 상기 제 2 전극 사이에 형성되는 전기유변유체; 를 포함하며,

상기 전기유변유체는,

실리카 입자에 기초하여 형성된 분극성 입자와,

상기 분극성 입자가 분산되고, 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 포함하는 분산매를 포함하는 표시장치.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 분극성 입자의 굴절률과 상기 분산매의 굴절률이 0.06 이하인 것을 특징으로 하는 표시장치.

명세서

기술 분야

[0001] 전기유변유체 및 전기유변유체의 제조 및 응용 기술과 관련된다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 전기유변유체(Electrorheological Fluid: ERF)는 절연성의 유체에 분극성이 강한 미립자가 분산된 현탁액(suspension) 또는 유체를 말한다. 이 전기유변유체는 전기장이 인가되면 그 유변역학적 특성이 변하는 특징을 갖고 있다.

[0003] 전기유변유체에 전기장이 인가되는 경우, 분산된 입자의 상호인력에 의하여 분산된 입자들이 유전 분극(dielectric polarization)됨으로써 인가된 전기장 방향으로 분산된 입자들이 사슬 구조로 정렬하고, 이러한 사슬 구조가 유체의 흐름이나 외부에서 가해지는 힘에 저항을 보임으로써 점도가 상승하게 된다.

[0004] 이와 같이 전기유변유체는 추가적인 운동장치 없이도 단순한 전기장의 인가에 의해 기계력을 제어할 수 있는 장점이 있어서 자동차의 댐퍼(damper) 시스템, 충격 흡수기(shock absorber), 엔진마운트(engine mount), 유량제어용 밸브 시스템 및 그 외 위치정함(positioning), 로봇, 액츄에이터(actuator) 등의 광범위한 분야에 응용이 가능하다.

[0005] 그러나, 전기유변유체는 인가된 전기장 영향하에서 분산된 입자들이 전기장 방향으로 배열하기 때문에 점도가 급격히 증가하는 Bingham 유체의 거동을 나타내며 그 메커니즘이 매우 복잡하여 정확한 수식적 모델링은 정립되지 않은 실정이다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 전기장을 인가하지 아니한 경우 뉴토니안 유체(Newtonian fluid) 특성을 보이는 전기유변유체와 이 전기유변유체의 제조방법, 이 전기유변유체를 이용한 표시장치가 제공된다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명의 일 양상에 따른 전기유변유체는, 실리카 입자를 포함하는 분극성 입자, 및 분극성 입자가 분산되고, 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 포함하는 분산매를 포함할 수 있다.

[0008] 본 발명의 일 양상에 따른 전기유변유체의 제조방법은, 실리카 입자를 포함하는 분극성 입자를 형성하는 단계, 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 갖는 분산매를 형성하는 단계, 및 분극성 입자를 분산매에 분산시키는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 본 발명의 일 양상에 따른 표시장치는, 제 1 전극, 제 1 전극에 대향하는 제 2 전극, 및 제 1 전극과 제 2 전극 사이에 형성되는 전기유변유체를 포함하며, 전기유변유체는 실리카 입자를 포함하는 분극성 입자 및 이러한 분극성 입자가 분산되고, 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 포함하는 분산매를 포함하고, 분극성 입자의 굴절률과 분산매의 굴절률은 실질적으로 동일한 것이 가능하다.

발명의 효과

[0010] 개시된 내용에 의하면, 전기유변유체가 뉴토니안 유체(Newtonian fluid) 특성을 갖는 것이 가능하다. 따라서 전기장 유무에 따라 전기유변유체의 점도 변화 비율이 더욱 커질 수 있으며, 이러한 전기유변유체를 햅틱 장

치에 적용하는 경우 보다 현실적이고 직관적인 조작감이 실현되도록 하는 것이 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기유변유체를 도시한다.
- 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 일 실시예에 따라 분산매에 포함되는 실리콘 오일의 분자 구조를 도시한다.
- 도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 다른 실시예에 따라 분산매에 포함되는 실리콘 오일의 분자 구조를 도시한다.
- 도 4는 분극성 입자의 굴절률과 비슷한 굴절률을 갖는 분산매를 선택하는 방법에 관한 일 예를 도시한다.
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기유변유체를 포함하는 표시장치를 도시한다.
- 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치의 동작원리를 도시한다.
- 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전기유변유체를 포함하는 터치패널 및 그 동작의 예를 도시한다.
- 도 8은 제 1 전기유변유체와 제 2 전기유변유체의 유변학적 특성의 비교 결과를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시를 위한 구체적인 예를 상세히 설명한다. 후술할 실시 예들은 본 발명을 예시적으로 설명하기 위한 것으로 본 발명의 권리범위가 특정 실시 예에 한정되지 아니할 것이다.
- [0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 전기유변유체를 도시한다.
- [0014] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 전기유변유체(100)는 분극성 입자(101)와 분산매(102)를 포함한다.
- [0015] 분극성 입자(101)는 분극성(polarizability)을 갖는 미립자가 될 수 있다. 분극성 입자(101)는 실리카(silica) 입자(103) 또는 실리카(silica) 입자(103)에 분극성을 갖는 물질(104)을 코팅시켜서 만드는 것이 가능하다.
- [0016] 실리카 입자(103)는 약 5nm 내지 20 μ m 크기를 가지며 비정질의 기공이 없는 이산화규소를 사용할 수 있다.
- [0017] 실리카 입자(103)에 코팅되는 분극성 유기물질(104)은 실리카 입자(103)와 물리적/화학적으로 결합되며, 실리카 입자(103)의 분극성을 높여 준다. 본 실시예에 따라, 분극성 유기물질(104)은 분자 분극도가 높은 물질이 사용될 수 있는데, 이러한 물질로는 유레아(urea), 싸이오유레아(Thiourea), 멜라민(Melamine), 아크릴아미드(Acrylamide) 및 분자 내에 유레아(urea), 싸이오유레아(Thiourea), 멜라민(Melamine), 아크릴아미드(Acrylamide) 그룹을 포함하는 분자 등이 될 수 있다.
- [0018] 분극성 입자(101)는 분산매(102)에 분산된다. 본 실시예에 따라, 분산매(102)는 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 포함할 수 있다.
- [0019] 이때, 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group)와 같은 기능기는 다른 유기 그룹과 함께 또는 다른 유기 그룹 없이 단독으로 실리콘 오일 분자의 말단 또는 측단에 결합될 수 있다.
- [0020] 도 2a 내지 도 2d는 본 발명의 일 실시예에 따라 분산매에 포함되는 실리콘 오일의 분자 구조를 도시한다.
- [0021] 도 2a 내지 도 2b를 참조하면, 본 실시예에 따른 분산매(102, 도 1)는 수수한 실리콘 오일(예컨대, 디메틸 실리콘 오일)에 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나가 결합되는 실리콘 오일을 포함할 수 있다.
- [0022] 예를 들어, 도 2a는 수산기(hydroxyl group, -OH group)를 갖는 실리콘 오일의 분자 구조를 도시한다. 도 2b는 아민기(amine group, -NH₂ group)를 갖는 실리콘 오일의 분자 구조를 도시한다. 도 2c는 메르캅토기(mercapto group, -SH group)를 갖는 실리콘 오일의 분자 구조를 도시한다. 도 2d는 카복시기(carboxy group, -COOH group)를 갖는 실리콘 오일의 분자 구조를 도시한다.
- [0023] 도 2a 내지 도 2b에서, R₁ 및 R₂는 유기 그룹(organic group)을 나타낸다. 수산기(hydroxyl group, -OH

group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캡토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 등은 유기 그룹과 함께 결합되거나 유기 그룹 없이 단독으로 결합될 수 있다.

[0024] 예를 들어, 수산기(hydroxyl group, -OH group)의 경우, 유기 그룹 R₁과 함께 카비놀 기능기 그룹(carbinol functional group)을 형성하거나, 유기 그룹 R₁ 없이 실라놀 기능기 그룹(silanol functional group)을 형성할 수 있다. R₁과 (R₁)은 각각 유기 그룹 R₁이 있을 때와 없을 때를 나타낸다.

[0025] 도 3a 내지 도 3f는 본 발명의 다른 실시예에 따라 분산매에 포함되는 실리콘 오일의 분자 구조를 도시한다. 이것은 실리콘 오일이 수산기(hydroxyl group, -OH group)를 포함할 경우, 수산기(hydroxyl group, -OH group)의 결합 위치에 관한 일 예가 될 수 있다.

[0026] 도 3a 내지 도 3f를 참조하면, 수산기(hydroxyl group, -OH group)는 순수한 실리콘 오일의 분자 구조 말단이나 측단에 결합될 수 있다. 또한 수산기(hydroxyl group, -OH group)는 소정의 유기 그룹(organic group)과 함께 또는 유기 그룹 없이 단독으로 결합될 수 있다. 도 3a 내지 도 3f에서, R₁ 내지 R₆는 각각 유기 그룹을 뜻하며, R₁ 내지 R₆는 서로 같거나 다를 수 있다.

[0027] 다시 도 1에서, 본 발명의 일 실시예에 따라, 분극성 입자(101)는 전기유변유체의 총 함량에 대하여 약 5체적(volume)% 내지 70 체적(volume)%로 포함될 수 있다. 이러한 경우, 초기 점도 및 전기장에 대한 항복응력을 적절하게 유지할 수 있다.

[0028] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따라, 분극성 입자(101)의 굴절률과 분산매(102)의 굴절률은 비슷하게 형성될 수 있다. 예를 들어, 분극성 입자(101)의 굴절률과 분산매(102)의 굴절률 간의 차이는 약 0 내지 0.06이 될 수 있다. 분극성 입자(101)가 백색을 갖는 입자이고 분극성 입자(101)와 분산매(102)의 굴절률이 비슷하거나 실질적으로 동일한 경우, 전기유변유체는 투명성을 갖게 된다. 이와 같이 투명성이 확보되는 전기유변유체(100)는 소정의 표시 장치(Display device)에 적용될 수 있다.

[0029] 분극성 입자(101)의 굴절률과 비슷한 굴절률을 갖는 분산매(102)는 다양한 실리콘 오일 및/또는 실리콘 오일 이외의 절연성 유체를 혼합해서 만들 수 있다. 예를 들어, 수산기를 갖는 실리콘 오일과 절연성 유체를 혼합해서 분극성 입자(101)의 굴절률과 비슷한 굴절률을 갖는 분산매(102)(예컨대, 분극성 입자와의 굴절률의 차이가 0.06이하인 분산매)를 만들 수 있다.

[0030] 유체의 혼합에 따른 분산매(102)의 굴절률은 다음과 같은 로렌츠-로렌츠 공식(Lorentz-Lorentz Equation)에 기초하여 계산될 수 있다.

수학식 1

$$\frac{n^2-1}{n^2+2} = \left(\frac{n_1^2-1}{n_1^2+2}\right)\phi_1 + \left(\frac{n_2^2-1}{n_2^2+2}\right)\phi_2$$

where,

n=혼합한 오일의 굴절률

n₁=순수한 오일1의 굴절률

n₂=순수한 오일2의 굴절률

φ₁=혼합오일 중 순수한 오일1의 부피분율

φ₂=혼합오일 중 순수한 오일2의 부피분율

[0031]

[0032] 도 4는 분극성 입자의 굴절률과 비슷한 굴절률을 갖는 분산매를 선택하는 방법에 관한 일 예를 도시한다.

[0033] 도 4를 참조하면, 두께 약 0.7mm의 투명한 글라스(301) 사이에 두께 약 300μm의 양면 테이프(302)를 사용하여 공간을 만들고, 그 공간에 소정의 굴절률을 갖는 분산매에 적당량의 분극성 입자를 분산시켜서 만든 투명

도 확인용 현탁액(예컨대, 후보 전기유변유체)을 넣은 후, 투명도를 육안으로 또는 소정의 기기를 이용하여 확인하는 것이 가능하다.

- [0034] 예를 들면, 다양한 굴절률을 갖는 분산매를 준비하고, 각 분산매에 적당량의 분극성 입자를 분산시켜서 투명도 확인용 현탁액을 여러 개 준비한다. 그리고 준비된 투명도 확인용 현탁액을 각각 도시된 장치에 채워 넣고 Perkin Elmer사의 Lambda-900 UV/Vis/NIR Spectrometer를 이용하여 약 550nm의 파장을 갖는 빛에 대하여 투명도를 측정한다. 이 때, 약 90%의 투명도를 보이는 투명도 확인용 현탁액에 포함된 분산매가 분극성 입자와 비슷한 굴절률을 갖는 것으로 보고 이를 선택하는 것이 가능하다.
- [0035] 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 전기유변유체를 포함하는 표시장치를 도시한다.
- [0036] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 표시장치(400)는 상부전극(401), 하부전극(402), 및 전기유변유체(403)를 포함한다. 상부전극(401)과 하부전극(402)은 서로 대향하며, 전기유변유체(403)는 상부전극(401)과 하부전극(402) 사이에 게재된다.
- [0037] 도시된 바와 같이, 전기유변유체(403)는 분극성 입자(404)와 분산매(405)를 포함하며, 분극성 입자(404)의 굴절률과 분산매(405)의 굴절률은 실질적으로 동일할 수 있다. 따라서 상부전극(401) 및 하부전극(402)을 통해 전기장이 인가되면, 분극성 입자(404)들이 분산매(405) 내에서 전기장 방향으로 배열함으로써 그 점도가 급격히 증가되는 것이 가능하다. 또한 분극성 입자(404)와 분산매(405)의 굴절률이 실질적으로 동일하기 때문에 전기유변유체(403)의 투명성을 보장할 수 있다.
- [0038] 또한, 분산매(405)가 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 포함하기 때문에 전기장 유무에 따른 점도 변화의 정도가 크다. 따라서 표시장치(400)를 조작하는 사용자에게 점도 변화에 따른 높은 터치감을 줄 수 있다.
- [0039] 나아가, 본 발명의 일 실시예에 따라, 표시 장치(400)는 외부의 접촉 또는 압력을 감지하여 센싱하는 입출력 장치, 예컨대, 터치 패널(touch panel)(미도시)을 더 포함할 수도 있다.
- [0040] 도 6a 및 도 6b는 본 발명의 일 실시예에 따른 표시장치의 동작원리를 도시한다. 도 6a 및 도 6b를 참조하여 도 5에서 도시된 표시장치(400)의 동작원리를 살펴보면 다음과 같다.
- [0041] 도 6a에서, 전기장이 인가되지 않는 경우, 전기유변유체(403)의 분극성 입자(404)는 일정한 방향성이 없이 분산매(405)에 무질서하게 분산되어 있는 상태이다.
- [0042] 도 6b에서, 전기장이 인가되면, 전기유변유체(403)의 각 분극성 입자(404)는 유전 분극(dielectric polarization)되고 이웃하는 분극성 입자(404)들은 상호 인력에 의하여 상부 전극(401)과 하부 전극(402) 사이에서 전기장 방향을 따라 사슬(chain) 또는 기둥(column) 모양으로 정렬된다. 이러한 사슬 또는 기둥 모양으로 정렬된 분극성 입자(404)들은 외부에서 가해 지는 힘에 의해 그 구조가 파괴되었다가 유전 분극된 분극성 입자(404)들이 다시 사슬 또는 기둥 모양으로 정렬되려는 복원력에 의해 점도가 상승하게 된다.
- [0043] 도 7a 및 도 7b는 본 발명의 다른 실시예에 따른 전기유변유체를 포함하는 터치패널 및 그 동작의 예를 도시한다.
- [0044] 도 7a 및 도 7b를 참조하면, 본 실시예에 따른 전기유변유체(600)는 하부 전극(601), 상부 전극(602), 전기유변유체(603), 하부 기관(607), 및 상부 기관(608)을 포함할 수 있으며, 전기유변유체(603)는 투명성을 갖는 것이 가능하다. 예를 들어, 전기유변유체(603)는 분극성 입자(604) 및 분극성 입자(604)와 비슷한 굴절률을 갖는 분산매(605)를 포함할 수 있다.
- [0045] 도 7a에서, 하부 전극(601)과 상부 전극(602)에 전압이 인가되면, 전기유변유체(603)의 분극성 입자(604)가 사슬 또는 기둥 모양으로 정렬함으로써 전기유변유체(603)의 점도가 증가하는 것이 가능하다. 이 상태에서, 사용자가 신체의 일부 또는 기구를 사용하여 상부 기관(608) 위에서 터치 패널을 누르면 전기유변유체(603)의 높은 점도로 인한 반발력이 사용자에게 전달된다. 상부 기관(608)의 변위가 일정 수준에 이르면, 사용자의 입력이 발생한 위치 정보가 제어부(미도시)에 전달되고, 제어부는 인가된 전압을 해제하게 된다.
- [0046] 도 7b에서, 전압이 해제되면, 분극성 입자(604)의 정렬이 깨어지면서 전기유변유체(603)의 점도가 감소하고 사용자가 느끼는 반발력 역시 감소하면서 사용자에게 클릭감 또는 터치감을 주게 된다.
- [0047] 다음으로, 본 발명의 일 실시예에 따라 수산기를 갖는 실리콘 오일을 포함하는 분산매에 기초한 전기유변유체

와 수산기를 갖지 아니하는 실리콘 오일을 포함하는 분산매에 기초한 전기유변유체 간의 유변학적 특성을 비교한다.

[0048] [분극성 입자 제조]

[0049] 증류수에 실리카 입자(Sunsil-20, 선진화학)를 넣고 약 1시간 동안 기계적으로 교반하여 현탁액을 만든다. 그리고 이 현탁액에 4g의 유레아(urea, Aldrich)를 첨가하고 상온에서 16시간 동안 기계적으로 교반한다. 이어서 원심분리를 통해 현탁액에서 증류수 성분을 분리하고 80℃의 진공오븐에서 24시간동안 건조하여 백색의 분극성 입자(예컨대, 도 1의 101)를 얻는다.

[0050] [제 1 전기유변유체 제조]

[0051] 만들어진 분극성 입자를 실리콘 오일(X-22-170DX, Shinetsu)에 13체적(volume)%로 분산시켜 전기유변유체를 제조한다. X-22-170DX 실리콘 오일은 도 2a의 분자 구조를 갖는 실리콘 오일로, 수산기를 포함하는 실리콘 오일을 지칭한다.

[0052] [제 2 전기유변유체 제조]

[0053] 만들어진 분극성 입자를 실리콘 오일(KF-96, Shinetsu)에 13체적(volume)%로 분산시켜 전기유변유체를 제조한다. KF-96 실리콘 오일은 수산기를 갖지 않는 순수한 실리콘 오일을 지칭한다.

[0054] 도 8은 제 1 전기유변유체와 제 2 전기유변유체의 유변학적 특성의 비교 결과를 도시한다.

[0055] 도 8을 참조하면, 전기장을 인가하지 않은 경우, 수산기를 갖는 실리콘 오일 기반의 제 1 전기유변유체는 전단률(shear rate) 1 이상에서 점도가 실질적으로 동일한 뉴토니안 유체(Newtonian fluid) 특성을 보이는 반면, 순수한 실리콘 오일 기반의 제 2 전기유변유체는 점도가 전단률에 따라 변하는 비뉴토니안 유체(Non-Newtonian fluid) 특성을 보이는 것을 알 수 있다.

[0056] 전기유변유체에 있어서 전기장을 인가하지 않은 경우의 점도와 전기장을 인가한 경우의 점도간의 비율이 큰 것이 좋은데, 전기장 유무에 따른 점도 변화율을 살펴보면 제 1 전기유변유체의 점도 변화율이 제 2 전기유변유체의 그것보다 큰 것을 알 수 있다.

[0057] 다음으로, 이러한 제 1 전기유변유체를 이용하여 투명한 전기유변유체를 만드는 방법을 설명한다.

[0058] [투명 전기유변유체 제조 실시예]

[0059] 수산기를 하나 이상 포함한 실리콘 오일을 두 가지 이상 혼합하거나, 한 가지의 수산기를 포함한 실리콘 오일과 두 가지 이상의 다른 절연성 유체 또는 오일을 혼합하여 분산매를 만든다. 예를 들면, 수학적식 1과 같은 로렌즈-로렌즈 공식을 이용하여 상대적으로 낮은 굴절률을 갖는 수산기를 포함한 실리콘 오일(X-22-170DX, $n_D=1.406$, Shinetsu)과 상대적으로 높은 굴절률을 갖는 실리콘 오일(PDS-1615, $n_D=1.473$, Gelest)을 적당량으로 혼합하여 다양한 굴절률을 갖는 분산매를 제조하는 것이 가능하다.

[0060] 그리고 분극성 입자의 굴절률과 비슷한 굴절률을 갖는 분산매를 선택한다. 예를 들어, 만들어진 각각의 분산매에 적당량의 분극성 입자를 분산시켜서 현탁액을 만들고, 만들어진 현탁액의 투명도를 확인함으로써, 분산매의 굴절률을 확인하는 것이 가능하다. 본 실시예에 있어서, 소정의 굴절률을 갖는 다수의 분산매에 적당량의 분극성 입자를 분산시킨 현탁액은 투명도 확인용 현탁액 또는 후보 전기유변유체라 지칭할 수 있다. 다시 말해, 굴절률이 상이한 다수의 분산매에 기초하여 투명도 확인용 현탁액을 만들고, 이 투명도 확인용 현탁액의 투명도를 확인함으로써 적절한 분산매를 선택하는 것이 가능하다.

[0061] 그리고 분극성 입자를 선택된 분산매, 즉 분극성 입자와 비슷한 굴절률을 갖는 분산매에 분산시켜서 투명성을 갖는 전기유변유체를 만든다. 예를 들어, 만들어진 분극성 입자 약 13체적(volume)%를 선택된 분산매에 넣고 교반 및 소니케이션을 통해 분극성 입자를 분산시키는 것이 가능하다.

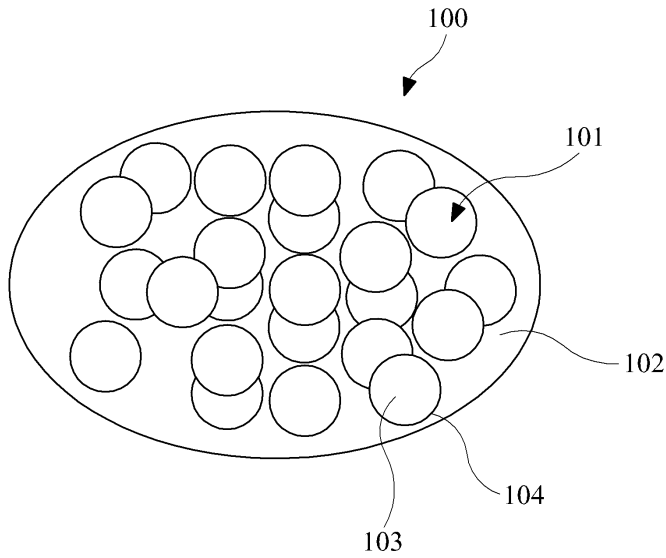
[0062] 여기서는 설명의 편의를 위해 수산기를 예로 들었으나 그 밖에도 아민기, 메르캅토기, 또는 카복시기를 이용할 수도 있음은 당업자에게 자명하다.

[0063] 이상에서 살펴본 것과 같이, 개시된 실시예에 의하면, 전기유변유체를 이루는 분산매가 수산기(hydroxyl group, -OH group), 아민기(amine group, -NH₂ group), 메르캅토기(mercapto group, -SH group), 및 카복시기(carboxy group, -COOH group) 중 적어도 어느 하나를 갖는 실리콘 오일을 포함하기 때문에 뉴토니안 유체 특성을 갖는 전기유변유체가 제공될 수 있다. 또한, 분산매와 분극성 입자의 굴절률이 실질적으로 동일하기 때

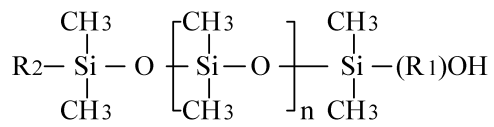
문에 표시장치에 적용 가능한 전기유변유체가 제공될 수 있다.

도면

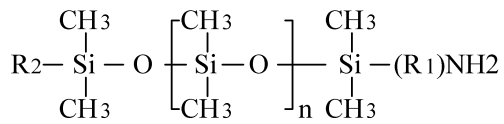
도면1



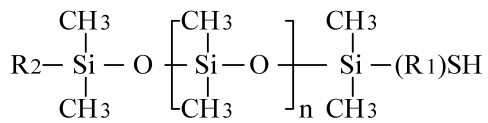
도면2a



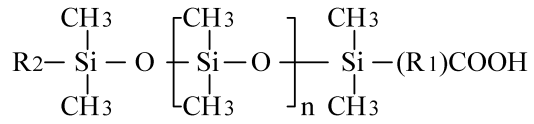
도면2b



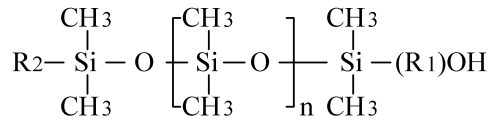
도면2c



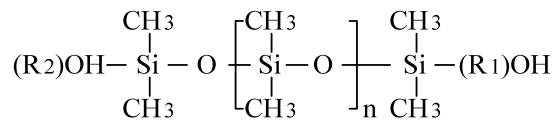
도면2d



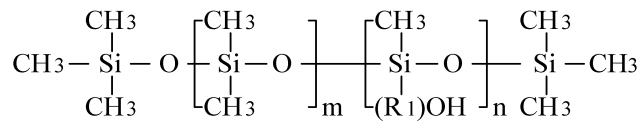
도면3a



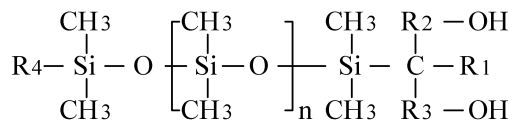
도면3b



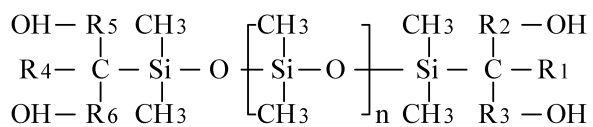
도면3c



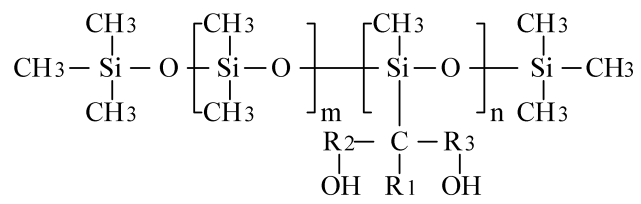
도면3d



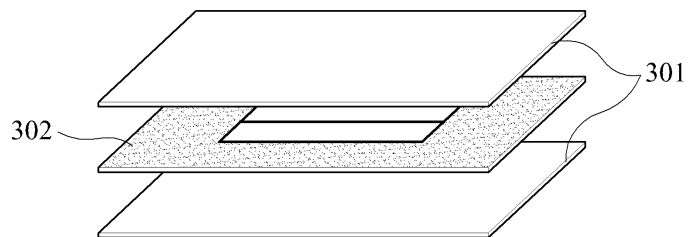
도면3e



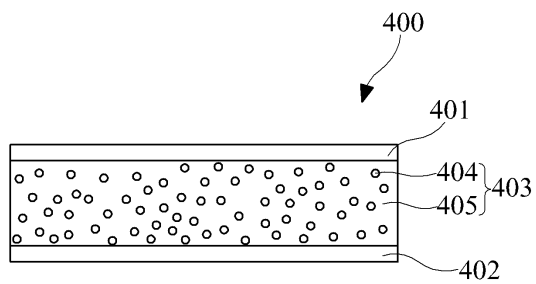
도면3f



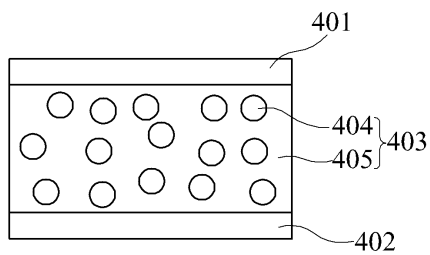
도면4



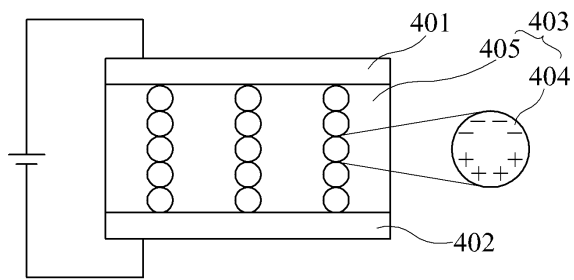
도면5



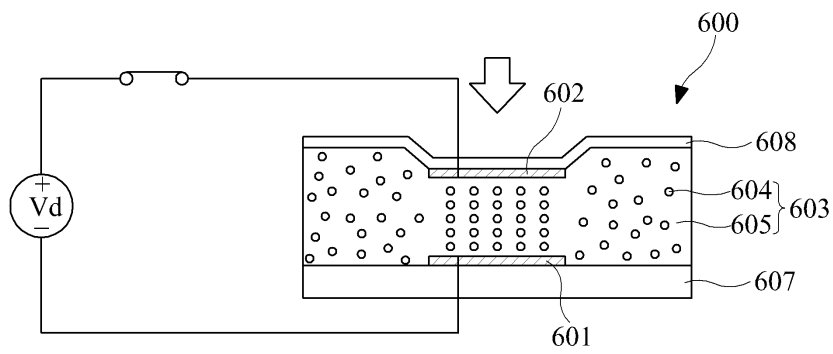
도면6a



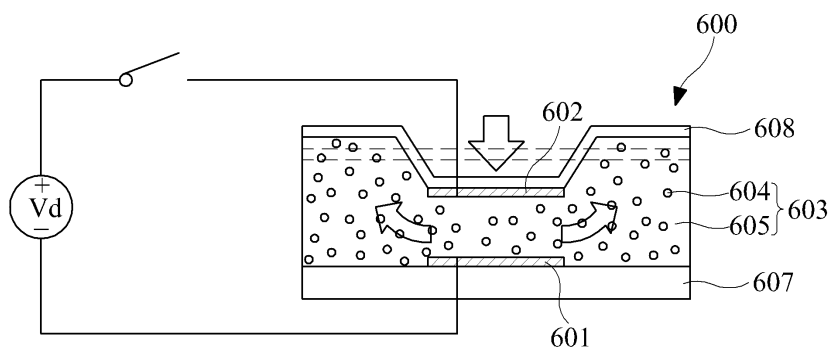
도면6b



도면7a



도면7b



도면8

